

# 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)

## 2020年度 研究開発成果等報告書

課題名：統合型材料開発システムによるマテリアル革命

チーム番号：B-1

研究開発課題名：多機能CFRPの開発による高付加価値化

研究期間：2020年4月1日 ～ 2021年3月31日

研究 責任者	氏名	吉岡 健一
	所属機関	東レ株式会社
	部署	複合材料研究所
	役職	所長

## 研究開発成果等の概要

B-1 テーマ「多機能 CFRP の開発による高付加価値化」は、材料設計、材料のデータベース作成、シミュレーション、MI システムの構築の 4 つの軸をもつため、担当機能ごとに 4 つのグループで活動を実施した。

材料設計については、CFRP の難燃性と力学特性の両立を行うため、樹脂難燃化に伴い変動するパラメータとして 4 つを選択した。A3 (原子 (分子)・構造デザイン) チームから導入した自己組織化マップ (SOM) を用いてエポキシ樹脂系のモデル樹脂を選定しモデルプリプレグを試作した。このモデルプリプレグを用いた CFRP の難燃性は燃焼時の発熱量で評価し、目標である 65kw/m<sup>2</sup> 以下を達成した。また力学特性では、OHT (有孔板引張) では 650MPa 程度、OHC (有孔板圧縮) では 320MPa 程度でありベンチマーク材 (OHT:480MPa、OHC : 310MPa) 同等以上であり、目標の達成を確認した。

また、前年度に確立した難燃性の高いシアネートエステル-エポキシ-熱可塑ポリマーの 3 元系をもちいた相分離系の検討をすすめ、難燃性に加えて非繊維方向の熱伝導性の機能付与を実施した。シアネートエステル-エポキシ-熱可塑ポリマー系において、熱伝導性フィラーが特定のドメインにのみ選択的に配置されることを見出した。本技術により得られた CFRP の非繊維方向の熱伝導性 1.1W/m・K であり、目標値 0.8W/m・K を達成していることを確認した。

材料シミュレーションについて、サイバー (理論および数値計算) とフィジカル (実験) の整合性を検証した。前年度の多成分系エポキシを拡張し、多成分系熱硬化性樹脂として、エポキシ-シアネート系を対象としシミュレーションを実施した。本系においてもガラス転移温度の高精度な予測および密度、弾性率の MD シミュレーションと実験の誤差が 10% 程度の誤差で予測・推定できることを示した。

CFRP の熱伝導特性が着火に与える影響について解析的に評価することができた。また CFRP 内部における熱伝導特性と熱分解挙動について、積層レベルのメゾスケールで解析可能な PGD (Proper Generalized Decomposition) 法を検討し、二次元の移流拡散解析までを効率的に計算可能な解析プログラムを開発した。

CFRP のユニットセルに対する数値材料試験により、硬化過程における樹脂の物性変化を考慮した CFRP のマクロな粘弾性変形挙動の特徴付けを行い、硬化度依存性のある関数として導入したマクロ異方性材料構成則を構築した。

材料データベースについては、金沢工大と物質・材料評価機構とで分担し評価を開始した。難燃ベンチマーク材ならびに本年度試作したモデルプリプレグを金沢工大、物質・材料評価機構に提供し難燃フィラー配合系での、引張、圧縮に関して静的特性ならびに疲労特性を評価した。フィラーの配合により、静的特性では、繊維方向の特性には影響が少ないが、非繊維方向、特に剪断特性の低下がみられることを明確にした。

本年度より材料シミュレーションを高速で行うために新たに MI システム構築のチームが参画した。ハイブリッド型スーパーコンピュータ上で動作するプロトタイプを構築した。前年度までに A3-B で構築した各種解析ソフトウェアについてスーパーコンピュータ向けに移植しそれぞれの解析ジョブ実行を実現できる状況とした。